

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ AL-SI-MG-SR-SC

Аюпова Т.А.

Руководитель – д.т.н., проф. Куцова В.З.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск
e-mail: root@lks.dp.ua

Алюминий и сплавы на его основе являются одним из наиболее широких классов конструкционных материалов, используемых в различных отраслях техники, отличаются высокой технологичностью, обладают хорошими литейными свойствами, имеют высокую коррозионную стойкость. В качестве литейных наиболее широкое применение получили сплавы на основе системы Al-Si (двойные и сложные силумины) для которых характерны малые температурные интервалы кристаллизации и отличные литейные свойства.

В работе [3] в результате эксперимента, проведенного по плану ортогональных латинских квадратов [6], для сплава типа АК7ч определена оптимальная концентрация элементов-модификаторов – стронция и скандия.

Термическая обработка - самый распространенный в технике способ изменения свойств металлов и сплавов.

Влияние различных режимов термической обработки на структуру, фазовый состав и свойства доэвтектических силуминов изучены достаточно хорошо [1], имеются данные о влиянии термической обработки на силумины, модифицированные стронцием, оптимизированы режимы термической обработки для этих сплавов [2]. Однако, сведения о влиянии термической обработки на свойства силуминов, совместно модифицированных скандием и стронцием, отсутствуют.

Объектом исследований служили образцы модифицированного сплава АК7ч, химический состав которого приведен в табл. 1. Целью настоящей работы является изучение влияния микролегирования стронцием и скандием на фазовый состав и свойства силумина типа АК7ч.

В связи с наличием большого количества возможных сочетаний независимых переменных ($T_{\text{зак}}$, °С, $t_{\text{зак}}$, час, $T_{\text{стар}}$, °С, $t_{\text{стар}}$, час) эксперимент проводили по плану латинских ортогональных квадратов [6] (табл. 2). Для каждой ячейки представленной матрицы образцы сплава подвергали термической обработке согласно четырехзначному коду, в котором позиция цифры обозначает независимую переменную, а ее значение – уровень переменной (табл. 3).

Таблица 1

Химический состав модифицированного сплава АК7ч					
Наименование сплава	Содержание элементов % (по массе)				
АК7ч	Si	Mg	Fe	Sr	Sc

6.4	0.3	0.6	0.1	0.5
-----	-----	-----	-----	-----

Таблица 2

План эксперимента термической обработки сплава АК7ч,
модифицированного Sr и Sc

1	2	3	4	5
1111	2222	3333	4444	5555
6	7	8	9	10
2345	3451	4512	5123	1234
11	12	13	14	15
3524	4135	5241	1352	2413
16	17	18	19	20
4253	5314	1425	2531	3142
21	22	23	24	25
5432	1543	2154	3215	4321

Таблица 3

Уровни варьирования независимых переменных для термической
обработки сплава АК7ч

№ переменной	Наименовани е независимой переменной	Уровни варьирования независимых переменных				
		1	2	3	4	5
1	$T_{\text{зак}}, ^\circ\text{C}$	520	530	535	540	545
2	$t_{\text{зак}}, \text{час}$	2	3	4	5	6
3	$T_{\text{стар}}, ^\circ\text{C}$	0	150	160	175	200
4	$t_{\text{стар}}, \text{час}$	0	1	3	5	7

В ходе эксперимента, проведенного по плану ортогональных латинских квадратов, исследовано влияние термической обработки на структуру и механические свойства литейных сплавов системы Al-Si-Mg-Fe, модифицированного оптимальным соотношением Sr и Sc. Количественные характеристики структуры а также механических сплава приведены в табл. 4.

Таблица 4

Количественные характеристики структуры и механических свойств
сплава системы Al-Si-Mg-Sr-Sc

№ образца	D	A	L	$H\mu$ <i>эвт</i>	$H\mu$ α	H	ε	ψ	σ_{02}	σ_T
1	4,0		1,6	248	202	73	50	48	121	373
2	3,2		1,9	341	289	79	64	74	163	437
3	3,5		2,2	311	258	81	48	48	185	310
4	14,0		10,0	561	326	82	48	51	154	405
5	8,7		7,3	349	290	72	48	45	150	326

№ образца	D	A	L	$H\mu$ эвт	$H\mu$ α	H	ε	ψ	σ_{02}	σ_T
6	3,4		2,0	229	222	76	59	62	146	326
7	6,1		3,6	243	194	69	57	57	119	342
8	6,9		5,1	352	259	69	63	64	119	437
9	5,5		3,3	359	297	87	65	65	150	439
10	3,9		3,5	279	235	76	65	67	148	430
11	5,1		2,41	287	243	74	59	68	159	379
12	10,0		7,3	322	300	90	49	50	177	360
13	5,7		4,3	284	205	69	58	64	130	401
14	3,5		1,6	291	225	73	60	62	142	462
15	3,2		2,2	322	249	70	62	64	118	344
16	10,2		5,4	287	260	70	46	52	156	426
17	7,8		5,0	298	228	77	48	50	146	331
18	3,6		2,7	278	238	81	56	61	155	412
19	3,4		3,4	297	231	63	58	60	134	419
20	3,0		2,1	314	247	91	59	70	154	441
21	8,3		4,4	344	259	84	60	64	126	405
22	3,8		3,0	252	203	73	65	71	122	441
23	4,6		2,1	268	254	77	62	65	156	339
24	3,7		3,4	267	218	71	61	66	124	440
25	3,9		4,0	339	239	68	59	66	135	458

Получены количественные зависимости данных функции отклика (a – параметр кристаллической решетки α -Al твердого раствора, $H_{\text{эвт}}$ микротвердость эвтектики и H_{Al} α -Al твердого раствора, S_{02} – условного предела текучести, S_B – предела прочности, ε - относительного сжатия, ϕ - относительного уширения при испытании на сжатие) от независимых переменных ($T_{\text{зак}}$, $t_{\text{зак}}$, $T_{\text{стар}}$, $t_{\text{стар}}$). Это позволяет *рассчитывать* конкретные значения параметров a , $H_{\text{эвт}}$, H_{Al} , S_{02} , S_B , ε и ϕ и *прогнозировать* свойства сплава АК7ч при заданных значениях независимых переменных в диапазоне их изменения.